Septembre 2012 Série technique 12-104

Étude d'impact de l'ombrage créé par des auvents sur la climatisation en été au CCTR

INTRODUCTION

Une étude visant à mesurer directement l'énergie de climatisation économisée grâce à des auvents (voir la figure 1) a été réalisée au Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR)[1]. L'énergie solaire qui entre par les fenêtres d'une maison peut fournir un chauffage passif considérable. La gestion de ces gains solaires en toute saison permet de réduire la quantité d'énergie nécessaire au chauffage et au refroidissement des locaux. Pendant la saison de chauffage, l'optimisation des gains solaires aide à réduire la consommation d'énergie, mais peut également entraîner une surchauffe occasionnelle, particulièrement dans les maisons à haut rendement énergétique dotées de grandes surfaces vitrées donnant au sud ou à l'ouest. Pendant la saison de climatisation, les gains solaires doivent être atténués pour alléger les charges de refroidissement et éviter la surchauffe.

Dans la plupart des habitations, les fenêtres sont munies de stores ou de rideaux facilement réglables par les occupants. Une étude menée au CCTR a cependant démontré que « les stores intérieurs courants... ne sont pas particulièrement éconergétiques et ne réduisent pas les coûts comparativement aux fenêtres sans stores intérieurs »[2]. La même étude démontre également que certains dispositifs extérieurs – les stores à enroulement et les stores à tissage serré – sont les plus efficaces pour réduire la consommation d'énergie nécessaire au chauffage et au refroidissement, et possèdent d'autres avantages. Cependant, les stores à enroulement et les stores à tissage serré ont une apparence non traditionnelle (voir la figure 2); en outre, ils interceptent une partie ou la totalité de la lumière du jour et gênent la vue vers l'extérieur lorsqu'ils sont utilisés pour bloquer les gains solaires.

Les auvents, qui ornaient couramment les maisons d'autrefois, ont une apparence plus traditionnelle et seraient plus facilement acceptés par les occupants. Les auvents rétractables permettraient de réduire l'énergie nécessaire au refroidissement et la surchauffe pendant la saison

Figure 1 Les auvents de la maison d'essai avec soleil presque au zénith vers midi.

[1] Le Centre canadien des technologies résidentielles est dirigé conjointement par le Conseil national de recherches, Ressources naturelles Canada et la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Ce centre de recherche et de démonstration comporte deux maisons identiques de deux étages dotées d'une batterie d'instruments. On y simule l'occupation humaine pour évaluer la performance globale de nouvelles technologies au moyen de tests parallèles. Pour obtenir davantage d'information sur les installations du CCTR, veuillez consulter le site http://www.ccht-cctr.gc.ca.

[2] Laouadi, A., Guidelines for Effective Residential Solar Shading Devices, IRC-RR-300, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, 2010, www.ccht-cctr.gc.ca/eng/reports.html, p. 13.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

de climatisation, et de maximiser les gains solaires utiles. Ces stores, qui ne font pas baisser les charges de chauffage, permettent les grandes surfaces vitrées donnant au sud puisqu'ils atténuent le risque de surchauffe. Cette étude a directement mesuré la quantité d'énergie de climatisation économisée grâce à des auvents sur des fenêtres du côté sud. Elle a également comparé les températures et les niveaux d'éclairement dans la maison, avec et sans auvents.

CONTEXTE ET MÉTHODE

L'étude sur les auvents a été réalisée dans les maisons jumelles des installations de recherche du CCTR à Ottawa (Canada) au printemps et à l'été 2010. Depuis 1998, on y a réalisé de nombreuses études comparatives de technologies permettant d'économiser l'énergie. Unique en son genre, ce centre permet aux chercheurs non seulement de quantifier les économies d'énergie, mais aussi les effets sur la maison entière, y compris les températures et l'humidité. Les maisons sont munies d'un grand nombre de capteurs – plus de 250 – qui recueillent en permanence des données, et des capteurs et enregistreurs de données spécialisés y sont installés pour les projets particuliers.

Les auvents rétractables

Cette étude a porté sur des auvents rétractables standards que l'on trouve dans le commerce. Ils ont été fixés sur les trois plus grandes fenêtres du côté sud de l'une des maisons jumelles du CCTR, la maison d'essai, comme illustré à la figure 1. Ces fenêtres sont orientées à peu près plein sud. Les auvents sont réglables manuellement, et les utilisateurs peuvent les abaisser ou les relever selon l'effet recherché : soit une protection solaire, soit un maximum d'éclairage naturel et de gains solaires. La figure 3 montre une vue en coupe du store fixé sur la fenêtre du rez-de-chaussée.

Collecte des données

Le système permanent de collecte de données du CCTR a servi à mesurer la consommation d'énergie du climatiseur dans chacune des maisons, de même que la température des pièces. Toutes les cinq minutes, les données suivantes étaient recueillies :

- l'électricité (kWh) consommée par les appareils de climatisation externes (ventilateurs et compresseurs);

Figure 2 Stores à enroulement sur le côté nord d'une des maisons du CCTR.

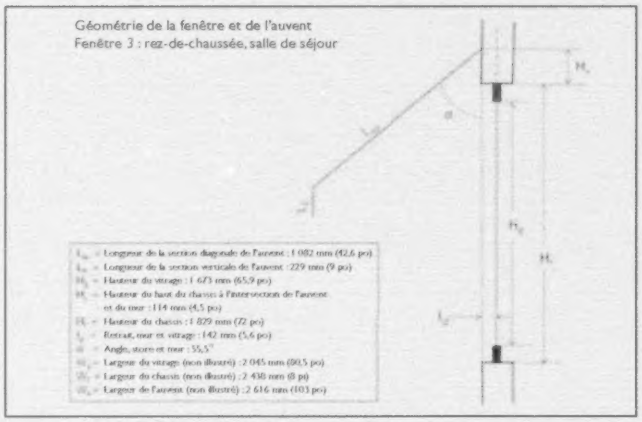

Figure 3 Vue en coupe de la fenêtre et de l'auvent du séjour (non à l'échelle).

- l'électricité (kWh) consommée par les ventilateurs des générateurs de chaleur qui faisaient circuler l'air dans les maisons;
- les températures dans chacune des pièces;
- la température extérieure;
- le rayonnement solaire, globalement et du côté sud des maisons.

Les niveaux d'éclairement dans les deux pièces de séjour ont aussi été mesurés aux cinq minutes, au moyen de capteurs photométriques, instruments ayant à peu près la même sensibilité à la lumière de différentes longueurs d'onde que l'œil humain.

Données de référence et expérimentation

Comme avec tous les essais en parallèle réalisés au CCTR, l'opération s'est déroulée en deux phases. Dans un premier temps, on a procédé à l'établissement des données de référence : les deux maisons ont été soumises à des conditions intérieures identiques, sans auvent sur les fenêtres. Dans un second temps, on a procédé aux essais : des auvents ont été fixés sur la maison d'essai, alors que la maison témoin est restée telle quelle. Les stores vénitiens (mini-stores) à l'intérieur des deux maisons sont demeurés en position normale pendant les deux phases : stores abaissés, lames ouvertes. Les conditions intérieures des deux maisons étaient identiques à celles de la première phase, et sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1 Conditions d'opération, de référence et d'essai dans les deux maisons.

	Système	Reglage
1	Circulation de l'air	Le ventilateur du générateur de chaleur à gaz à condensation haute efficacité fait circuler l'air à basse vitesse de façon continue, et à haute vitesse pour le refroidissement
2	Climatiseur	2 tonnes (7,03 kW), TRES de 13
3	Point de consigne du thermostat	24 °C
4	VRC	Basse vitesse continue (30,7 L/s, 65 pi³/min)
5	Fenêtres	Fermées et verrouillées
6	Occupation simulée	Horaire standard
7	Humidificateur	Fermé

Dans les maisons du CCTR, on a placé des ampoules à divers endroits pour générer la chaleur qui serait habituellement dégagée par les occupants. Pour simuler les activités habituelles des occupants, on a programmé l'opération quotidienne des appareils déclairage, des appareils ménagers et de l'utilisation de l'eau chaude (douches, lave-vaisselle, etc).

L'établissement des données de référence a eu lieu sur une période de 35 jours entre le 18 mai et le 15 août 2010. Les températures extérieures ont varié de 11,6 °C à 36,8 °C. La quantité quotidienne de rayonnement solaire global (horizontal) a varié de 5,081 kJ/m² à 28,325 kJ/m².

Les essais ont eu lieu sur une période de 24 jours entre le 21 août et le 19 septembre 2010. Les températures extérieures ont alors varié de 7,1 °C à 33,6 °C. Le rayonnement solaire global a varié de 3,689 kJ/m² à 22,505 kJ/m². Ainsi, les périodes de référence et d'essai ont inclus des gammes similaires de température et de rayonnement solaire.

RÉSULTATS

Économies d'énergie

La quantité moyenne d'énergie (de refroidissement) économisée grâce aux auvents était de 3,19 kWh/jour, soit 17 % de l'énergie consommée par le climatiseur sans les auvents. Les résultats pour les jours individuels ont été projetés sur les 127 jours de la saison de climatisation de 2010 au CCTR, selon un modèle de régression binaire : économies quotidiennes contre rayonnement solaire vertical au mur sud des maisons, et température extérieure moyenne. On obtient ainsi des économies saisonnières totales de 401 kWh, soit 15 % de la quantité totale consommée dans la maison témoin pendant la saison.

Pendant la durée entière de la saison de climatisation, les fenêtres des maisons du CCTR ont été maintenues fermées et le climatiseur était contrôlé par le thermostat. En situation réelle, les occupants de maisons semblables pourraient ouvrir et fermer les fenêtres pour modifier la température, et n'utiliser le climatiseur qu'en cas de nécessité. Les charges de refroidissement seraient moindres, ce qui pourrait diminuer les économies. D'autre part, lorsque le climatiseur n'est pas en fonction, les auvents maintiendraient les températures intérieures à des niveaux plus bas, et le climatiseur serait peut-être utilisé moins souvent. Dans un tel cas, les auvents devraient quand même permettre des économies d'énergie, même s'il n'est pas possible de les quantifier ici.

Températures

Les auvents ont fait baisser la température des pièces, à la fois dans les pièces qui en étaient munies et dans les autres pièces. Par exemple, la fenêtre de la chambre principale au deuxième étage était protégée par un auvent de ce type pendant la période d'essai. Pendant l'établissement des données de référence, les températures quotidiennes maximales dépassaient en général le point de consigne de 24 °C.

Dans la maison d'essai (avec auvents), 7 des 24 maximums quotidiens ont dépassé 24 °C, alors que dans la maison témoin, 19 d'entre eux l'ont fait. Les résultats sont semblables dans une autre chambre du côté nord de la maison, sans auvents. Dans la salle de séjour, au rez-de-chaussée près des thermostats, les maximums quotidiens étaient plus rapprochés du point de consigne, mais l'auvent a quand même beaucoup fait baisser la température. Dans d'autres pièces du rez-de-chaussée (côté nord, sans auvents), les réductions ont été moindres. Le refroidissement de la température causé par les auvents est aussi démontré par l'analyse des probabilités de température, qui sont basées sur les températures horaires et non sur les maximums quotidiens. Les températures plus fraîches des pièces sans auvents pourraient être attribuables à la circulation continue de l'air par le ventilateur du générateur de chaleur, ou à la réduction de la charge de refroidissement, qui permettrait au climatiseur de mieux refroidir la maison entière.

Les températures plus élevées au deuxième étage sont probablement causées par la montée de l'air chaud et par la difficulté de faire circuler de l'air froid plus dense à l'étage supérieur. On pense en général que cette situation est courante dans les maisons à étages n'ayant qu'un thermostat (une zone); les sous-sols sont généralement plus frais, alors que les étages supérieurs tendent à être plus chauds.

Pour résumer, les auvents ont considérablement fait baisser les températures dans les pièces qui en étaient munies, et dans la plupart des autres pièces. Sans auvents, les températures maximales dépassaient souvent le point de consigne. Cela indique que dans les maisons ayant une capacité de refroidissement et de circulation suffisante, les maisons à plusieurs zones par exemple, les auvents pourraient réduire encore plus l'énergie de refroidissement. Comme mentionné, les maisons du CCTR sont probablement semblables à la plupart des maisons, le deuxième étage tend à être plus chaud que les étages inférieurs. En conséquence, les occupants de la plupart des maisons (une zone) qui installent des auvents sur les fenêtres sud peuvent s'attendre à une réduction des températures et de leurs factures de climatisation. Les occupants des maisons à systèmes de chauffage et de refroidissement divisés en plusieurs zones pourraient s'attendre à des baisses plus importantes de leurs factures de climatisation.

Niveau d'éclairement

Le niveau d'éclairement, ou éclairement lumineux, se mesure en lux (lx), unité équivalant à 1 lumen par mètre carré, ou 0,0929 pied-bougie. Les niveaux habituels sont les suivants [3] :

Condition	Éclairement (lx)
Soleil	108 000
Plein jour	10 800
Ciel couvert	1 080
Crépuscule	10,8
Pleine lune	0,108
Lumière des étoiles	0,0011

Les niveaux d'éclairement recommandés pour les résidences varient de 50 à 500 lux, selon l'âge des occupants et le pouvoir réfléchissant des lieux. Les recommandations générales sont de 75 lux pour les activités courantes et de 300 lux pour la lecture de revues.[4]

Sans auvents, la salle de séjour de la maison d'essai a reçu plus de lumière que la maison témoin, les jours d'ensoleillement et les jours nuageux, comme l'indique la figure 4.

Cependent, les auvents faisaient généralement baisser le niveau d'éclairement de façon considerable. Les jours ensoleillés, l'éclairement dans les deux maisons a excédé le niveau de 75 lux pendant la même période de temps, mais la maison avec auvents a dépassé 300 lx pendant trois heures de moins (figure 5). Les jours nuageux, les différences étaient encore plus marquées.

[3] Engineering Toolbox. www.engineeringtoolbox.com/light-level-rooms d_708.html

[4] IESNA. Illuminating Engineering Society of North America. Lighting Handbook. 8e édition, New York. 1993

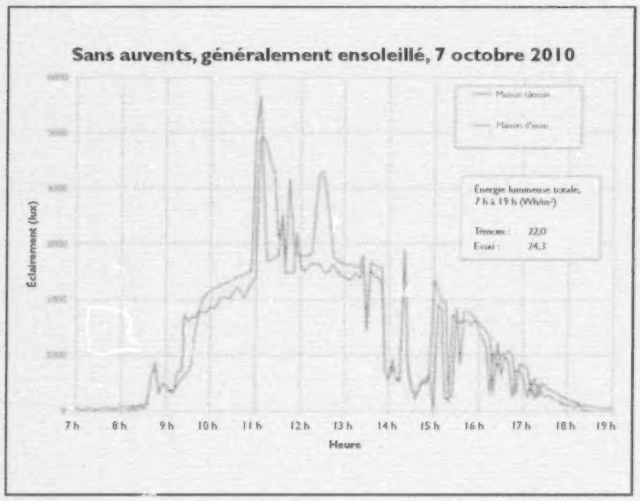

Figure 4 Niveaux d'éclairement, journée généralement ensoleillée, sans auvents

La maison témoin a reçu plus du double d'énergie lumineuse totale, 45 minutes de plus au-dessus de 75 lx, et cinq heures de plus au-dessus de 300 lx, comparativement à la maison expérimentale. De fait, la maison expérimentale n'a jamais atteint 300 lx (figure 6).

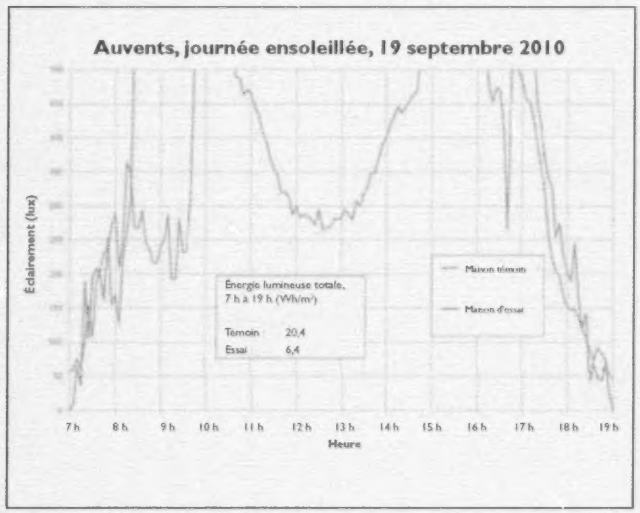

Figure 5 Niveaux d'éclairement, journée ensoleillée, maison d'essai avec auvents.

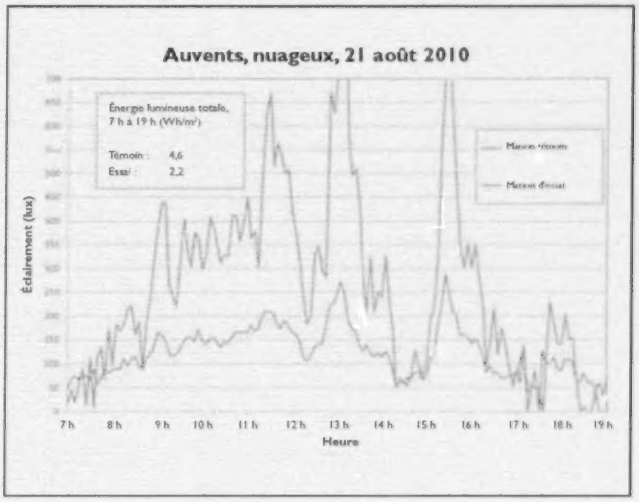

Figure 6 Niveaux d'éclairement, journée nuageuse, maison d'essai avec auvents.

Ainsi, les auvents réduisent considérablement les niveaux d'éclairement, et augmentent considérablement la quantité de temps pendant laquelle l'éclairement est sous les niveaux recommandés. Les effets sur les occupants dépendront de facteurs ne pouvant être prévus, comme la présence des occupants dans les pièces pendant les périodes de faible éclairement, les activités des occupants, ainsi que leurs réactions subjectives aux niveaux d'éclairement élevés. Il est probable que certaines personnes trouveront inacceptable un éclairement réduit, et allumeront les appareils d'éclairage, ce qui annulera une partie des économies d'énergie. L'éclairage artificiel augmentera la consommation d'énergie à la fois directement et indirectement en accroissant les charges de refroidissement. Cependant, comme les économies attribuables aux auvents sont d'environ 3 kWh par jour, il est peu probable qu'un éclairage artificiel occasionnel annule une part importante des économies d'énergie, particulièrement dans les maisons efficaces en énergie avec appareils d'éclairage éconergétiques. Il faut également noter que les autres types de protection solaire bloqueraient probablement la lumière, mais aussi les vues vers l'extérieur, plus que les auvents, même si les niveaux d'éclairement avec d'autres dispositifs, comme les stores à enroulement, n'ont pas été mesurés.

LIMITES DE L'ÉTUDE

Les économies réalisées au moyen des auvents varieront selon la maison, le type de fenêtre, le nombre de fenêtres munies de stores de ce type, et la géométrie des auvents. Il faut donc faire preuve de prudence dans l'application des résultats à d'autres maisons, en raison de certaines particularités des installations du CCTR. Ces particularités incluent les suivantes :

- Les maisons du CCTR sont conçues de manière à maximiser l'exposition au sud des fenêtres, et donc les gains solaires. Cela réduit les charges de chauffage en hiver, mais augmente les charges de refroidissement en été. Les maisons ayant une superficie vitrée moindre au sud seraient probablement moins avantagées par des auvents.
- Toutes les fenêtres des maisons jumelles du CCTR sont à double vitrage et à lame d'argon, avec revêtement à faible émissivité sur la face extérieure du vitrage intérieur (surface trois). On peut s'attendre à ce que l'effet des auvents sur les autres types de fenêtres soit différent.
- Les maisons du CCTR sont construites selon les normes R-2000, elles conservent donc la chaleur plus longtemps que les maisons plus anciennes. Dans les anciennes constructions, moins isolées et moins étanches, les gains de chaleur solaire des fenêtres pourraient être moindres, comparativement aux gains de chaleur des températures extérieures.
- Seulement trois fenêtres donnant au sud étaient munies d'auvents pour l'étude. Protéger du soleil les autres fenêtres au sud, à l'est et particulièrement à l'ouest pourrait avoir un effet considérable sur les charges de refroidissement.
- Les maisons du CCTR ne sont pas meublées. Sans meubles, les maisons ont une masse thermique inférieure à celle d'une maison ordinaire habitée. Ainsi, les maisons réagiraient plus rapidement aux changements des gains solaires et de la température extérieure.
- Comme mentionné, les maisons du CCTR ont été climatisées pendant toute la saison de climatisation. De nombreux occupants arrêteraient le climatiseur régulièrement, et ouvriraient les fenêtres les nuits ou les jours frais. Dans de tels cas, les économies saisonnières pourraient être inférieures aux projections de l'étude.

CONCLUSIONS

Cette étude a montré que les auvents rétractables en toile peuvent permettre des réductions importantes de la consommation d'énergie pour le refroidissement, tout en abaissant la température des pièces avec et sans auvents. D'autre part, les auvents font baisser considérablement les niveaux d'éclairement dans les pièces qui en sont munies.

CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DE L'HABITATION

Comme les maisons deviennent de plus en plus éconergétiques, le matériel et les technologies destinés à réaliser des économies supplémentaires ont tendance à avoir un moins bon rendement. Par exemple, les couches isolantes additionnelles coûtent le même prix que les précédentes, mais génèrent moins d'économies d'énergie. Généralement, les systèmes à énergie renouvelable actifs ne sont économiques que lorsque les autres mesures ont largement dépassé leur point de rendement décroissant, et peuvent être très limités au chapitre de l'espace disponible, de l'exposition et de l'orientation. En conséquence, l'optimisation du chauffage solaire passif devrait constituer un objectif majeur des projets de construction. Dans les maisons bien exposées et orientées au sud, le principal facteur limitatif du chauffage solaire passif est le risque de surchauffe, particulièrement pendant la saison de climatisation.

Il a été démontré que les stores et rideaux intérieurs ne réduisent pas efficacement les charges de refroidissement. Les toitures en surplomb fixes n'offrent pas d'avantages nets pour les charges annuelles de chauffage et de refroidissement.

D'autres études ont montré que certains dispositifs extérieurs (stores à enroulement et stores à tissage serré) réduisent encore plus les charges de refroidissement comparativement aux auvents, et qu'ils possèdent d'autres avantages. Ils ont cependant une apparence non traditionnelle et diminuent probablement les niveaux d'éclairement par rapport aux auvents. Pour ces raisons, ces derniers sont possiblement le meilleur choix pour de nombreux propriétaires désireux de réduire les charges de refroidissement en été.

En résumé, et c'est la principale conclusion de cette étude, les maisons peuvent être conçues de manière à bénéficier d'importants gains solaires passifs, et les risques de surchauffe associés à ces gains peuvent être atténués par le recours aux auvents rétractables extérieurs. Ces auvents permettent des gains solaires maximums pendant la saison de chauffage et préviennent les gains de chaleur pendant la saison de climatisation. Enfin, ils ont plus de chances d'être acceptés par les occupants des maisons en raison de leur apparence traditionnelle.

Pour obtenir davantage d'information sur les installations de recherche du CCTR, veuillez consulter le site Web http://www.ccht-cctr.gc.ca.

Chercheuse principale : Marianne Armstrong, Conseil national de recherches Canada

Gestionnaire de projet : John Gusdorf, Ressources naturelles Canada

Représentant de la SCHL au Comité de recherche technique du CCTR : Ken Ruest

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

67712

©2012, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 14-09-12

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.